

5

Elektronenbestrahlungsanlage

10

Beschreibung

15

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit den im Oberbegriff des Anspruches 1 sowie ein Verfahren mit den im Oberbegriff des Anspruchs 46 genannten Merkmalen.

20

Elektronenbestrahlungsanlagen der gattungsgemäßen Art sind bereits bekannt. Das europäische Patent EP 0 165 118 beschreibt eine Anlage zur Polymerisation/Vernetzung von Gegenständen vor allem für die Behandlung von lang gestreckten, rotationssymmetrischen Teilen, wie z.B. Roh-

25

ren. Das Dokument beschreibt diese Anlage zur Polymerisation/Vernetzung, die Mittel zum Erzeugen eines Elektronenstrahls, Mittel zum Lenken des Elektronenstrahls auf das zu bearbeitende Teil, ein Target, das unter der Wirkung des Elektronenstrahls eine Röntgenstrahlung erzeugen kann,

30

Mittel zur Anordnung des Targets in der Bahn der Elektronen oder außerhalb derselben, um das Teil mit einer Röntgenstrahlung bzw. einer Elektronenstrahlung zu bestrahlen, sowie Mittel zum Ausführen einer Relativbewegung zwischen dem bestrahlenden Strahl und dem Teil, damit dieses ganz

35

oder teilweise der Wirkung einer der Strahlungen unter-

worfen wird. Die betreffende Relativbewegung besteht aus einer Verschiebung des Teils bzw. Gegenstandes längs seiner Achse, die horizontal und zur Achse des bestrahlenden Strahls senkrecht ist, kombiniert mit einer Drehung des Teils bzw. Gegenstandes um seine Achse. Inhalt der Druckschrift ist ferner, die Darstellung zweier Wirkungsweisen. Das Teil wird zum einen in der Weise angeordnet, dass es an das Target angenähert oder von diesem entfernt werden kann, oder zum anderen die Achse des Teils festgehalten wird und das Target in Richtung des Gegenstandes verschoben wird.

Die Druckschrift EP 0 715 936 beschreibt eine Weiterentwicklung der Bestrahlungsvorrichtung des europäischen Patentes EP 0 165 118, indem sie sie vervollkommenet, um sie für die Behandlung insbesondere von rotationssymmetrischen Teilen mit großen Abmessungen und mit Abschnitten aus Verbundwerkstoffen, die sich in einem sehr großen Entfernungsbereich in Bezug auf die Achse des Teils befinden, geeignet zu machen. Hierzu umfasst die Vorrichtung einen Elektronengenerator, der in einem abgeschirmten Raum angeordnet ist und einen Linearbeschleuniger umfasst, der mit einem Horn mit einem Bestrahlungsfenster und mit Mitteln zum Benutzen des Beschleunigers versehen ist. Ein Target zur Umwandlung des Elektronenstrahls in Röntgenstrahlung, das derart einziehbar montiert ist, das in den Austrittsstrahl des Horns eingeschaltet ist oder nicht sowie eine Bestrahlungszelle, die die zu behandelnde Struktur (den Gegenstand) enthält, und Mittel zum Tragen und Präsentieren der Struktur gegenüber dem Elektronenstrahl oder der Röntgenstrahlung gehören ferner zur erfindungsgemäßen Anlage, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Gesamtheit aus Beschleuniger, Horn, Target und wenigstens einem Teil der Mittel zum Benutzen auf einer in dem abgeschirmten Raum in Richtung der Bestrahlungszelle und entsprechend einer horizontalen, parallel zur Achse des von dem Beschleuniger

erzeugten Strahls befindlichen Achse beweglichen Plattform angeordnet ist. Die so gebildete bewegliche Ausrüstung ist an ihrer gegen die Bestrahlungszelle gerichteten Stirnseite mit einem Strahlenschutzschild versehen. Der Strahlenschutzschild kann in einem Durchgang verschoben werden, der in einer Trennwand zwischen der Bestrahlungszelle und dem abgeschirmten Raum angebracht ist, wobei der Rand des Strahlenschutzschildes an den Querschnitt des Durchgangs derart angepasst ist, dass zwischen dem Rand und dem Durchgang nur ein Spiel verbleibt, das so klein wie möglich ist.

Nachteilig bei den Anlagen, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, ist, dass jeweils nur ein Gegenstand/Produkt in einer Achse zum Bestrahlungsfenster bestrahlt wird. Zudem sind die Mittel zum Zuführen und Abführen in einen Bestrahlungsraum nicht dazu geeignet, besonders große Gegenstände/Produkte in den Bestrahlungsraum zu transportieren. Ferner sind die Möglichkeiten der Verstellung des Produktes im Augenblick der Bestrahlung beschränkt.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Bestrahlung von Gegenständen/Produkten zu schaffen, mittels der mindestens ein Gegenstand beziehungsweise ein Produkt entsprechend seiner geometrischen Form, insbesondere rotationssymmetrische Teile mit großen Abmessungen und/oder flexible Rohre großer Länge und/oder Stückgüter mit großen Abmessungen, optimal in eine günstige Bestrahlungslage bringbar sind und mehrere Gegenstände/Produkte zudem alternativ zur gleichen Zeit bestrahlbar sind.

Die Aufgabe der Erfindung ist es ferner, ein Verfahren anzugeben, mit dem der Gegenstand beziehungsweise das jeweilige Produkt einzeln oder gemeinsam mit anderen Gegenständen oder Produkten der Vorrichtung zugeführt, bestrahlt und abgeführt wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die in den Ansprüchen 1 und 46 genannten Merkmale gelöst. Dadurch, dass mindestens eine den Strahlenbereich definierende Scannereinrichtung vorgesehen ist, wobei sich der Strahlenbereich beabstandet zu der Scannereinrichtung in mindestens einer Ebene ausbildet, in der mindestens eine Transporteinrichtung angeordnet ist und mittels der/denen mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand und/oder weitere Gegenstände in einer Bestrahlungslage bringbar ist/sind, wird vorteilhaft erreicht, dass mindestens ein Gegenstand bzw. ein Produkt entsprechend seiner geometrischen Form, insbesondere rotationssymmetrische Teile mit großen Abmessungen und/oder weitere Gegenstände mit großen Abmessungen, optimal in die Bestrahlungslage bringbar sind und in mindestens einer Ebene oder verschiedenen Ebenen gleichzeitig bestrahlbar sind.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren gelöst, dadurch dass mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand und/oder weitere Gegenstände mindestens einer Ebene zugeführt, dieser mindestens einen Ebene ein Strahlenbereich zugeordnet und der mindestens eine Gegenstand/Produkt in Bestrahlungslage gebracht und bestrahlt wird.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der mindestens eine Strahlenbereich an mindestens einem Strahlenaustrittsfenster und in mindestens einer von der Scannereinrichtung beabstandeten Ebene in einer x-Richtung durch einen Scan-Magneten und in einer y-Richtung durch einen Wobbler ausgebildet ist. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der mindestens eine Strahlenbereich in der beabstandeten Ebene durch einen Fokussierungsmagneten der Scannereinrichtung in x-Richtung abweichend zu dem Strahlenaustrittsfenster eingestellt ist. In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist die Scannereinrichtung mindestens ein erstes Scan-Horn mit einem ersten Strahlen-

austrittsfenster und ein zweites Scan-Horn mit einem zweiten Strahlenaustrittsfenster. Dabei bildet das erste Strahlenaustrittsfenster und das zweite Strahlenaustrittsfenster gemeinsam einen Strahlenbereich sowohl am Strahlenaus-
 5 trittsfenster selbst als auch in der beabstandeten Ebene.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegenstand parallel zur x-Richtung auf einer x-Scan-Achse mittels einer Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung in eine zweite Ebene in den
 10 Strahlenbereich in die Bestrahlungslage bringbar. Es ist möglich, stangen-/rohrförmige Gegenstände mit kleinerem Durchmesser in Hilfswandungen, beispielsweise Papphüllen oder dünnwandigen PE-Rohren, zu bündeln und derart gebündelt zu transportieren. In bevorzugter Weise umfasst
 15 die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung eine zweite Zuführungseinrichtung, eine zweite Bestrahl-transporteinrichtung und eine zweite Abtransporteinrichtung. Die zweite Zuführungseinrichtung für den stangen-/rohrförmigen Gegenstand umfasst einen Eingangsspeicher,
 20 einen Eingangs-Einzelförderer, eine erste Absenkbahn und eine Einlegebahn bis zu einer Vorzone. Die zweite Bestrahl-transporteinrichtung für den stangen-/rohrförmigen Gegenstand ist als eine Stangenbestrahlungsstrecke ausgebildet. Die zweite Abtransporteinrichtung für den stangen-/
 25 rohrförmigen Gegenstand umfasst eine Wechselbahn, eine zweite Absenkbahn, eine Rückrollbahn, eine Hebebahn, einen Ausgangs-Einzelförderer und einen Ausgangsspeicher.

Die erfindungsgemäße Stangenbestrahlungsstrecke erstreckt sich zwischen einer Vorzone und einer Nachzone mit einem
 30 dazwischen liegenden Bestrahlungsraum. Die Stangenbestrahlungsstrecke umfasst mindestens eine Stangentransportstation. Die Stangentransportstation ist vorzugsweise parallel zu der x-Scan-Achse mindestens eines Scan-Horns angeordnet. Die Stangentransportstation weist mindestens

ein Ständerwerk und mindestens einen Haltearm auf. In bevorzugter Ausgestaltung ist in der Stangentransportstation eine Rotationsvorrichtung, eine Translationsvorrichtung, eine vertikale Verstellvorrichtung und eine horizontale Verstellvorrichtung verwirklicht. Die Rotationsvorrichtung, die Translationsvorrichtung und die vertikale Verstellvorrichtung sind dabei bevorzugt mittels Allseitenrollen ausgeführt.

In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens ein flexibles Rohr parallel zur x-Richtung auf der x-Scan-Achse oder senkrecht zur x-Richtung in einer y-Scan-Achse mittels einer Rohrtransporteinrichtung in eine erste Ebene in die Bestrahlungslage bringbar. Die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung für ein flexibles Rohr umfasst mindestens eine erste Zuführungseinrichtung, mindestens eine erste Bestrahltransporteinrichtung in der ersten Ebene und mindestens eine erste Abtransporteinrichtung. Die erste Zuführungseinrichtung und die erste Abtransporteinrichtung umfasst vorzugsweise ein erstes und zweites Wickelaggregat. Die erste Bestrahlungseinrichtung umfasst im Bereich der ersten Ebene Führungsrollen und Umlenkrollen.

Ferner bevorzugt ist, dass mindestens ein Stückgut senkrecht zur x-Richtung in einer y-Scan-Achse mittels einer Stückguttransporteinrichtung in eine dritte Ebene in die Bestrahlungslage bringbar ist. Die Stückguttransporteinrichtung für ein Stückgut umfasst mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung, mindestens eine dritte Bestrahltransporteinrichtung in der dritten Ebene und mindestens eine dritte Abtransporteinrichtung. Die mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung, die mindestens eine dritte Bestrahltransporteinrichtung und die mindestens eine dritte Abtransporteinrichtung sind vorzugsweise Fördereinrichtungen als Kombination aus Kettenförderern und Rollenförderern.

In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist jeder Transporteinrichtung für stangen-/rohrförmige Gegenstände, für flexible Rohre und Stückgüter jeweils ein Labyrinth zugeordnet.

5

In bevorzugter Ausführung der Erfindung wird das Verfahren zur Bestrahlung des mindestens einen stangen-/rohrförmigen Gegenstandes in einem zweiten Labyrinth durchgeführt. Bevorzugt ist, dass der stangen-/rohrförmige Gegenstand in
 10 einem Eingangsspeicher gespeichert und mittels einem Eingangs-Einzelförderer vereinzelt und mittels einer ersten Absenkbahn in eine zweite Ebene abgesenkt und mittels einer Einlegebahn in eine Vorzone transportiert und von einer Bestrahltransporteinrichtung von der Vorzone entlang einer
 15 x-Scan-Achse parallel zu einer x-Richtung durch den Strahlenbereich in eine Nachzone transportiert und von der Nachzone von einer Wechselbahn übernommen und zu einer zweiten Absenkbahn transportiert und mittels der zweiten Absenkbahn abgesenkt und mittels einer Rückrollbahn zu einer Hebebahn
 20 gerollt und mittels der Hebebahn angehoben und von einem Ausgangs-Einzelförderer zu einem Ausgangsspeicher transportiert und in dem Ausgangsspeicher gespeichert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht zudem, dass der
 25 mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegenstand mittels der Bestrahltransporteinrichtung von der Vorzone entlang einer x-Scan-Achse parallel zu einer x-Richtung in eine Nachzone transportiert und innerhalb der Bestrahltransporteinrichtung gleichzeitig mittels einer Rotationsvorrichtung um
 30 seine eigene Achse rotiert und/oder vertikal mittels einer vertikalen Verstellvorrichtung innerhalb einer ersten und der zweiten Ebene verstellt und/oder horizontal mittels einer horizontalen Verstellvorrichtung aus der x-Scan-Achse heraus innerhalb der ersten oder zweiten Ebene verstellt
 35 wird.

Erfindungsgemäß wird das Verfahren ferner durchgeführt, indem mindestens ein flexibles Rohr durch ein erstes Labyrinth mittels eines ersten Wickelaggregates abgewickelt und von einer ersten Bestrahltransporteinrichtung parallel zur x-Richtung auf der x-Scan-Achse oder senkrecht zur x-Richtung in einer y-Scan-Achse durch den Strahlenbereich mittels Umlenkungs- und Führungsrollen transportiert und mittels eines zweiten Wickelaggregates aufgewickelt wird.

Erfindungsgemäß wird ein Stückgut durch ein drittes Labyrinth mittels mindestens einer ersten Fördereinrichtung transportiert und von einer dritten Bestrahltransporteinrichtung senkrecht zur x-Richtung auf der y-Scan-Achse mittels mindestens einer zweiten Fördereinrichtung durch den Strahlenbereich transportiert und mittels mindestens einer dritten Fördereinrichtung abtransportiert. In bevorzugter Ausgestaltung wird das Stückgut auf der ersten oder dritten Fördereinrichtung beim Zu- oder Abtransport mittels einer Wendestation gewendet.

In weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung wird gleichzeitig flexibles Rohr und stangen-/rohrförmige Gegenstände in der ersten und zweiten Ebene im Strahlenbereich in seine Bestrahlungslage bestrahlt. Ferner besteht die Möglichkeit, gleichzeitig flexibles Rohr und Stückgut in der ersten und dritten Ebene im Strahlenbereich in der jeweiligen Bestrahlungslage zu bestrahlen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das zugehörige Verfahren bieten folgende Vorteile:

Die Transporteinrichtungen für stangen-/rohrförmige Gegenstände, flexible Rohre und Stückgüter sind in jeweils einer Ebene - insgesamt also mindestens drei Ebenen - angeordnet. In Abhängigkeit des Gegenstandes/Produktes ist eine Bestrahlung in Längsrichtung parallel zur x-Achse oder in y-Richtung senkrecht zur x-Achse mindestens eines Scan-Horns möglich.

Von besonderer Bedeutung und von besonderem Vorteil ist es dabei, dass zwei Gegenstände/Produkte parallel bestrahlt werden können.

- 5 Ferner ist durch Ausbildung der Scannereinrichtung in ein erstes und ein zweites Scan-Horn mit unterschiedlichen Energien jeweils ohne mechanischen Umbau die Bestrahlung der Gegenstände/Produkte in zwei Energiebereichen möglich. Die Vorrichtung ist dazu derart ausgebildet, dass in den
10 drei Ebenen stets das erste oder das zweite Scan-Horn mit seinem zugehörigen Austrittsfenster und dem zugehörigen Strahlenbereich zur Bestrahlung wählbar ist und somit für alle Produkte/Gegenstände zur Verfügung steht.
- 15 In vorteilhafter Weise entsteht dadurch eine multivalente Nutzungsmöglichkeit der Elektronenbestrahlungsanlage für Stückgut, Rohre, Stangen, flexible Rohre und Kabel, ohne dass Umbauarbeiten notwendig sind.
- 20 Zu den weiteren technologischen Einrichtungen gehören in bevorzugter Weise weitere Systeme zur Qualitätssicherung, zur Logistik, zur Anlagenversorgung (Druckluft-, Elektro- und Automatisierungsanlagen, Kühlung, Lüftung, Absaugung, etc.) sowie technologische Einrichtungen zur Personen- und
25 Anlagensicherheit.

Die gesamte Anlage wird in bevorzugter Weise mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung gesteuert.

- 30 Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 einen schematischen Aufbau einer Elektronen-
5 bestrahlungsanlage;
- Figur 2 ein Scan-Horn - dessen Strahlungsbereich und
 die Bewegungsrichtungen für die Gegen-
 stände/Produkte im Strahlenbereich;
- 10 Figur 3 eine schematisch verfeinerte Darstellung des
 Aufbaus der Elektronenbestrahlungsanlage;
- Figur 4 ein Vertikallabyrinth für einen stangen-
 /rohrförmigen Gegenstand;
- 15 Figur 5A eine Stangentransportstation einer
 Stangebestrahlungsstrecke mit stangen-
 /rohrförmigen Gegenständen in einer x-Scan-
 Achse;
- Figur 5B die Stangentransportstation der Stangenbestrah-
 lungsstrecke mit einer Vertikalverschiebung der
20 stangen-/rohrförmigen Gegenstände aus der x-
 Scan-Achse;
- Figur 5C die Stangentransportstation der Stangenbestrah-
 lungsstrecke des stangen-/rohrförmigen Gegen-
 standes auf der x-Scan-Achse mit einem großen
25 Durchmesser;
- Figur 6 eine Allseitenrolle;
- Figur 7 ein Horizontallabyrinth für ein Stückgut und
- Figur 8 eine schematische Ansicht eines Stückgutes
 unterhalb einer Scannereinrichtung.

30

Eine Elektronenbestrahlungsanlage hat folgende Anwendungsbereiche wie bsp. Strahlenvernetzung von Polymeren, strahlenchemischer Abbau von Polymeren, Modifizierung von Festkörpern, Keimzahlreduzierung ausgewählter Produkte und Sterilisation von Medizinprodukten und Verpackungsmaterialien. Elektronenbestrahlungsanlagen mit diesen Anwendungsbereichen sind prinzipiell ähnlich aufgebaut. Sie bestehen aus einem Elektronenbeschleuniger unterschiedlicher Bauart, aus einem oder mehreren Materialzu- und -abfuhrsystemen, aus Abschirmungssystemen zum Schutz vor Strahlung sowie aus primären und sekundären Versorgungs- und Sicherungssystemen. Der grundsätzliche Aufbau der Bestrahlungsanlage ist in Figur 1 dargestellt.

Figur 1 zeigt in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Elektronenbestrahlungsanlage 100, in der als Elektronenbeschleuniger 92 ein Teilchenbeschleuniger, vorzugsweise vom Typ Rhodotron, einsetzbar ist. Die Beschleunigungsstrecken des Elektronenbeschleunigers 92 befinden sich in einem koaxial geformten Resonator, in dem ein Vakuum von 10^{-6} Torr herrscht. Die HF-Spannung wird von einem mehrstufigen HF-Generator erzeugt und der Leistungsröhre am Resonatoroberteil über ein Hochspannungskabel zugeführt. Das HF-Feld wird mit einer Leistung von vorzugsweise zirka 160 kW eingekoppelt.

Eine Elektronenkanone liefert einen mittleren Strom von 10 mA, der in den Resonator mit geringer Energie, vorzugsweise 50 keV, eingeschossen wird. Durch das angelegte HF-Feld mit einer Frequenz von vorzugsweise 107,5 MHz werden die Elektronen in 20 Schritten auf eine maximale Energie von 10 MeV beschleunigt. Nach jeweils zwei Beschleunigungsschritten erfolgt eine Umlenkung um 198° . Daraus resultiert eine maximal mögliche Strahlleistung von 80 kW bei einer Energie von 10 MeV bzw. von maximal 75 kW bei einer Energie von 3 MeV.

Der Elektronenstrahl kann mit zwei Energien aus dem Resonator herausgeführt werden. Für jede der beiden Elektronenergien ist ein getrenntes Strahlführungssystem vorhanden, in dem jeweils ein vorzugsweise 270°-Umlenkmagnet den Elektronenstrahl in die vertikale Richtung bringt. Zur Ausbildung eines Strahlenbereiches 56 dient eine Scannereinrichtung 54, wobei ein Wobbler für eine Verbreiterung des Strahlenbereiches 56 auf vorzugsweise 60 mm in einer y-Richtung y sorgt und ein Scan-Magnet eine Längsaufweitung in einer x-Richtung x des Strahlenbereiches 56 auf vorzugsweise 1200 mm an einem ersten Strahlenaustrittsfenster 48A sorgt. Am Strahlenaustrittsfenster 48 der Scannereinrichtung 54 bzw. eines ersten Scan-Horns 54A sorgt ein zusätzlicher Fokussierungsmagnet dafür, dass am Ort des zu bestrahlenden Produktes unterschiedliche Scan-Breiten eingestellt werden können, wodurch der Strahlenbereich 56 in x-Richtung x verändert wird, wobei die Scan-Breite am Strahlenaustrittsfenster 48 mit vorzugsweise 1.200 mm erhalten bleibt. Eine spezielle Betriebsart der Fokussierungsmagnete ist der Parallelstrahl. Das Strahlenaustrittsfenster 48 aus Titanfolie (Dicke ca. 50 µm) ist luftgekühlt. Der Elektronenstrahl tritt in die Atmosphäre ein und kann dort zur Produktbestrahlung eingesetzt werden. Es ist damit zu rechnen, dass nicht alle Elektronen auf das zu bestrahlende Produkt treffen und sich weiter in Richtung Boden bewegen. Aus diesem Grund ist zur Strahlenvernichtung unterhalb der Fußbodenoberkante eine wassergekühlte Strahlenfalle 50 in einem Bestrahlungsraum 52 vorgesehen. Die Scannereinrichtung 54 ist mittels dem ersten Scan-Horn 45A und einem zweiten Scan-Horn 54B ausführbar, worauf in Figur 3 noch näher eingegangen wird. In diesem Fall bildet sich am ersten Scan-Horn 54A das erste Strahlenaustrittsfenster 48A und ein zweites Strahlenaustrittsfenster 48B aus, die gemeinsam den Strahlenbereich 56 bilden können. Andererseits ist das erste

Scan-Horn 54A mit einer Strahlleistungsenergie von 10 MeV und das zweite Scan-Horn 54B mit einer Strahlleistungsenergie von 3 MeV ausstattbar.

5 Figur 1 zeigt ferner, dass unterhalb des ersten Scan-Horns 54A, 54B im Strahlenbereich 56 ein Bereich zur Gegenstand-/Produktführung in x-Richtung x auf einer x-Scan-Achse 88 und in y-Richtung y auf einer y-Scan-Achse 90 nutzbar ist. Im Strahlenbereich 56 sind in verschiedenen Ebenen Be-
10 strahltransporteinrichtung TEB_n ausgebildet, mittels denen die Gegenstände/Produkte in eine Bestrahlungslage gebracht werden.

Die gesamte Elektronenbestrahlanlage 100 weist eine Abschirmung 58 auf und wird von einer Steuerung 44 gesteuert.

15 Figur 2 zeigt das erste Scan-Horn 54A mit dem Strahlenaustrittsfenster 48A und dem Strahlenbereich 56 und den möglichen Transportrichtungen der Gegenstände in x-Richtung x parallel zum ersten Scan-Horn 54A und in y-Richtung y senkrecht zum ersten Scan-Horn 54A.
20

Figur 3 zeigt die Elektronenbestrahlungsanlage 100 in einer detaillierteren schematischen Ansicht. Figur 3 zeigt die Abschirmung 58, das erste Scan-Horn 54A und das zweite
25 Scan-Horn 54B unterhalb der Scannereinrichtung 54. Sichtbar wird zudem der Bestrahlungsraum 52 und die Strahlenfalle 50. Die Figur 3 zeigt andeutungsweise die Gegenstände in ihrer Bestrahlungslage in den Ebenen E_n . Dargestellt ist in einer ersten Ebene E_1 ein Gegenstand G_{fr} ein flexibles Rohr.
30 In einer zweiten Ebene E_2 ist ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand G_r dargestellt. Kleinere Rohre oder Stangen mit einem Durchmesser unter 60 mm können in Papphülsen oder dünnwandigen PE-Rohren gebündelt und derart der Bestrahlung zugeführt werden. Hierdurch wird ein für den Transportpro-
35 zess nachteiliges Durchbiegen der einzelnen dünnen Rohre

oder Stangen vermieden. In einer dritten Ebene E_3 zeigt Figur 1 einen Gegenstand als ein Stückgut G_s , der unter dem ersten Scan-Horn 54A oder dem zweiten Scan-Horn 54B in die Bestrahlungslage bringbar ist.

5

Zu dem flexiblen Rohr G_{fr} gehört ein erstes Labyrinth 10A und eine Rohrtransporteinrichtung TE_1 , die aus einer ersten Zuführungseinrichtung TEZ_1 , einer ersten Bestrahltransporteinrichtung TEB_1 , und einer ersten Abtransporteinrichtung TEA_1 ausgebildet ist. Die erste Zuführungseinrichtung TEZ_1 ist als ein erstes Wickelaggregat 74A und die erste Abtransporteinrichtung TEA_1 ist als ein zweites Wickelaggregat 74B ausgebildet. Die Wickelaggregate 74 dienen zum Abwickeln bzw. Aufwickeln der flexiblen Rohre G_{fr} , während sich im Bestrahlungsraum 52 als erste Bestrahltransporteinrichtung TEB_1 Führungsrollen 76 und Umlenkrollen 87 befinden. Durch die Rohrtransporteinrichtung TE_1 besteht grundsätzlich die Möglichkeit, das flexible Rohr G_{fr} parallel zur x-Richtung x auf der x-Scan-Achse 88 in die erste Ebene E_1 in Bestrahlungslage zu bringen. In Figur 3 und auch in den weiteren Figuren nicht dargestellt ist die Möglichkeit, dass das flexible Rohr G_{fr} ebenfalls senkrecht zur x-Richtung x in die y-Scan-Achse 90 mittels der Rohrtransporteinrichtung TE_1 in die erste Ebene E_1 in Bestrahlungslage bringbar ist.

Figur 3 zeigt ferner eine Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung TE_2 - dabei jedoch in Figur 3 nur eine zweite Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 in einem zweiten Labyrinth 10B, dem so genannten Vertikallabyrinth. Die zweite Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 besteht im Detail aus einer Stangenbestrahlungsstrecke 20 und die Stangenbestrahlungsstrecke 20 wiederum aus mehreren Stangentransportstationen 34, auf die in Figur 5A bis 5C noch näher eingegangen wird. Zu dem zweiten Labyrinth 10B gehört eine Vorzone VZ und

eine Nachzone NZ, die den Bestrahlungsraum 52 vom weiteren Vertikallabyrinth 10B trennt, wobei aus Richtung der Vorzone VZ eine zweite Zuführungseinrichtung TEZ_2 für den stangen-/rohrförmigen Gegenstand G_r ausgebildet ist (in Figur 3 nicht sichtbar) und in der Nachzone NZ eine zweite Abtransporteinrichtung TA_2 zum Abtransport des stangen-/rohrförmigen Gegenstandes G_r (in Figur 3 nicht sichtbar) beginnt. In der dritten Ebene E_3 ist eine dritte Transporteinrichtung, eine Stückguttransporteinrichtung TE_3 , angeordnet. In Figur 3 ist der Teil der Stückguttransporteinrichtung TE_3 sichtbar, in dem die Bestrahlung des Stückgutes G_s in der dritten Ebene E_3 auf einer dritten Fördereinrichtung 72C erfolgt. Eine weitere Beschreibung der Stückguttransporteinrichtung TE_3 erfolgt in Figur 7. Die Stückguttransporteinrichtung TE_3 wird durch ein drittes Labyrinth 10C geführt, welches ebenfalls in Figur 7 näher dargestellt ist.

Figur 4 zeigt die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung TE_2 im zweiten Labyrinth 10B, dem Vertikallabyrinth. Die zweite Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung TE_2 besteht aus der zweiten Zuführungseinrichtung TEZ_2 der zweiten Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 (in Figur 4 nicht sichtbar) und einer zweiten Abtransporteinrichtung TA_2 .

Im Folgenden wird die Vorrichtung gemeinsam mit dem zugehörigen Verfahren zur Bestrahlung von stangen-/rohrförmigen Gegenständen G_r beschrieben. Gemäß der Aufgabe des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es Ziel, die stangen-/rohrförmigen Gegenstände G_r durch das zweite Labyrinth 10B in die zweite Ebene E_2 in den Strahlenbereich 56 zu führen.

Der stangen-/rohrförmige Gegenstand G_r wird in einer ersten Station einer Entpackung 60 zugeführt. Anschließend wird der Gegenstand G_r in einem Eingangsspeicher 12 gespeichert und mittels einem Eingangs-Einzelförderer 14 vereinzelt, wobei im Bereich des Eingangs-Einzelförderers 14 ein hermetisches Eingangstor 64 angeordnet ist. Nach der Vereinzelung erfolgt mittels einer ersten Absenkbahn 16 ein Absenken des Gegenstandes G_r in die zweite Ebene E_2 und mittels einer Einlegebahn 18 in die Vorzone VZ ist der Transport innerhalb der zweiten Zuführungseinrichtung TEZ_2 abgeschlossen.

Anschließend erfolgt mittels der zweiten Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 von der Vorzone VZ entlang der x-Scan-Achse 88 parallel zu der x-Richtung x im Strahlenbereich 56 die Bestrahlung des Gegenstandes G_r in seiner Bestrahlungslage und der Weitertransport bis zu der Nachzone NZ. Dieser Bereich ist in Figur 4 nicht dargestellt, weshalb darauf in anderen Figuren eingegangen wird.

Nach dem Transport des Gegenstandes G_r in die Nachzone NZ erfolgt die Übernahme von einer Wechselbahn 24 aus der Nachzone NZ zu einer zweiten Absenkbahn 24, die den Gegenstand G_r ein weiteres Mal absenkt, wonach mittels einer Rückrollbahn 26 der Gegenstand G_r zu einer Hebebahn 28 gerollt und mittels Hebebahn 28 angehoben und von einem Ausgangs-Einzelförderer 30 zu einem Ausgangsspeicher 32 transportiert und in dem Ausgangsspeicher 32 gespeichert wird. Der Gegenstand G_r passiert im Bereich des Ausgangs-Einzelförderers 30 ein Ausgangstor 66, welches das zweite Labyrinth 10B von der Umgebung abriegelt. Anschließend erfolgt eine Verpackung 62 und ein Abtransport 68 der stangen-/rohrförmigen Gegenstände G_r .

35

Figur 5A zeigt die Stangentransportstation 34 als Teil der Stangenbestrahlungsstrecke 20 innerhalb der zweiten Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 . Die Stangentransportstationen 34 sind von der Vorzone VZ über den Bestrahlungsraum 52 bis zur Nachzone NZ parallel zur x-Scan-Achse 88 angeordnet. Vorzugsweise befinden sich in der Vorzone VZ neun Stangentransportstationen 34, im Bestrahlungsraum 52 elf Stangentransportstationen 34 und in der Nachzone NZ wiederum neun Stangentransportstationen 34. Figur 5A zeigt, dass die Stangentransportstationen 34 ein Ständerwerk 34A und einen Haltearm 34B aufweist. Zudem sind auf dem Haltearm 34B Elemente angeordnet, die als eine Rotationsvorrichtung 36 oder als eine Translationsvorrichtung 38 dienen. Dieses Element ist vorzugsweise eine Allseitenrolle 46. Der Gegenstand G_r , hier der stangen-/rohrförmige Gegenstand G_r , ist auf der x-Scan-Achse 88 angeordnet und befindet sich zwischen zwei Allseitenrollen 46. Die Allseitenrollen 46 besitzen einen ersten Antrieb 80, mittels dem auf der Achse der Allseitenrolle 46 der stangen-/rohrförmige Gegenstand G_r in eine Rotationsbewegung versetzbar ist. Ein zweiter Antrieb 82 mit einer andeutungsweise dargestellten Mitnehmerkette bewirkt die translatorische Bewegung des stangen-/rohrförmigen Gegenstandes G_r auf der Allseitenrolle 46. Zur Vertikalverstellung dient eine vertikale Verstellvorrichtung 40, die mittels eines dritten Antriebes 84 eine vertikale Verstellung des Haltearmes 34B ermöglicht und damit eine Einstellbarkeit im Bereich der ersten und zweiten Ebene E_1 , E_2 des stangen-/rohrförmigen Gegenstandes G_r ermöglicht. Die Möglichkeit einer horizontalen Verstellung ist mittels einer horizontalen Verstellvorrichtung 42 sowohl in Figur 5A als auch in Figur 5B mittels eines vierten Antriebes 86 dargestellt. Der stangen-/rohrförmige Gegenstand G_r kann durch diese horizontale Verstellvorrichtung 42 zur optimalen Dosisverteilung im Rohr, vorzugsweise in

einem Bereich von 0 bis 300 mm aus seiner x-Scan-Achse 88 heraus verstellt werden.

Figur 5C zeigt, dass auch stangen-/rohrförmige Gegenstände G_r mit großen Durchmessern auf der x-Scan-Achse 88 durch horizontale Verlagerung der Allseitenrolle 46 geführt werden können. Entsprechend der Figur 5B ist selbstverständlich auch eine aus der x-Scan-Achse 88 heraus führende horizontale Verstellung des Gegenstandes G_r möglich, wobei dann die Mittellinie des Gegenstandes G_r zur x-Scan-Achse 88 beabstandet angeordnet ist. In der Figur 5B und der Figur 5C ist die Mitnehmerkette zur Verwirklichung der translatorischen Bewegung in x-Richtung x mit dem zugehörigen zweiten Antrieb 82 nicht dargestellt.

Das Verfahren ermöglicht also, dass der stangen-/rohrförmige Gegenstand G_r mittels der zweiten Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 von der Vorzone VZ entlang der x-Scan-Achse 88 parallel zur x-Richtung x in die Nachzone NZ transportiert und gleichzeitig mittels der Rotationsvorrichtung 36 um seine eigene Achse rotiert und/oder vertikal mittels der vertikalen Verstellvorrichtung 40 innerhalb der ersten und der zweiten Ebene E_1 , E_2 verstellt und/oder horizontal mittels der horizontalen Verstellvorrichtung 42 aus der x-Scan-Achse 88 heraus innerhalb der ersten oder zweiten Ebene E_1 , E_2 verstellt wird.

Figur 6 zeigt die Allseitenrolle 46 mit dem ersten Antrieb 80 auf einer Achse der Allseitenrolle 46, wobei der erste Antrieb 80 nur andeutungsweise dargestellt ist.

Figur 7 zeigt das dritte Labyrinth 10C - das so genannte Horizontallabyrinth. Im dritten Labyrinth 10C ist die Transporteinrichtung TE_1 in Ausbildung einer Stückguttransporteinrichtung TE_3 dargestellt. Die Stückguttransportein-

richtung TE_3 besteht aus einer dritten Zuführungseinrichtung TEZ_3 und einer dritten Abtransporteinrichtung TA_3 . Die dritte Zuführungseinrichtung TEZ_3 umfasst eine erste Fördereinrichtung 72A und die dritte Abtransporteinrichtung TEA_3 umfasst die dritte Fördereinrichtung 72C. Die dritte Bestrahltransporteinrichtung TEB_3 umfasst im Strahlenbereich 56 zwei zweite Fördereinrichtungen 72B und 72B'. Eine zweite Fördereinrichtung 72B ist unter dem ersten Scan-Horn 54A und die zweite Fördereinrichtung 72B' ist unter dem zweiten Scan-Horn 54B angeordnet. Figur 7 zeigt als Draufsicht den Bestrahlungsraum 52 und den durch die Scan-Hörner 54A, 54B ausgebildeten Strahlenbereich 56. Figur 7 verdeutlicht, dass die Stückgüter mittels der ersten Fördereinrichtung 72A zum Bestrahlungsraum 52 transportiert werden und von der dritten Bestrahltransporteinrichtung TEB_3 senkrecht zur x-Richtung x auf der y-Scan-Achse 90 mittels der zweiten Fördereinrichtung 72B, 72B' durch den Strahlenbereich 56 transportiert und mittels der dritten Fördereinrichtung 72C abtransportiert werden. Das Stückgut G_s ist mittels einer Wendestation 70 auf der ersten oder dritten Fördereinrichtung 72A, 72C wendbar.

Figur 7 verdeutlicht, dass sich in dem Strahlenbereich 56 die dritte Bestrahltransporteinrichtung TEB_3 für das Stückgut G_s mit der zweiten Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 für die stangen-/rohrförmigen Gegenstände G_r kreuzen. Dargestellt ist die Vorzone VZ, die parallel zur x-Achse bis zur Nachzone NZ durch den Bestrahlungsraum 52 führt. Diese Kreuzung der zweiten bzw. dritten Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 , TEB_3 ist nur möglich durch die Anordnung in den zugehörigen zweiten und dritten Ebenen E_2 , E_3 . In Figur 7 nicht dargestellt befindet sich in dem Strahlenbereich 56 noch oberhalb der zweiten und dritten Bestrahltransporteinrichtung TEB_2 , TEB_3 die erste Bestrahltransporteinrichtung TEB_1 für das flexible Rohr, die ebenfalls in x-Richtung x auf der x-Scan-Achse 88 verläuft. Erfin-

dungsgemäß sind gleichzeitig flexibles Rohr G_{fr} und stangen-/rohrförmige Gegenstände G_r in der ersten und zweiten Ebene E_1 , E_2 im Strahlenbereich 56 in der Elektronenbestrahlungsanlage 100 bestrahlbar. Ferner ist gleichzeitig mit dem flexiblen Rohr G_{fr} Stückgut G_s in der ersten und dritten Ebene E_1 , E_3 im Strahlenbereich 56 in der Bestrahlungslage bestrahlbar.

Figur 8 zeigt abschließend noch einmal das Scan-Horn 54 und ein unter dem Scan-Horn 54 angeordnetes Stückgut, welches in y-Richtung y entlang der y-Scan-Achse 90 mittels der dritten Bestrahltransporteinrichtung TEB_3 , vorzugsweise der zweiten Fördereinrichtung 72B entlang transportiert wird.

Vorzugsweise sind folgende Gegenstände/Produkte mit folgenden Abmaßen bestrahlbar:

- 15 - stangen-/rohrförmige Gegenstände G_r mit einem Durchmesser von vorzugsweise 63 mm bis 500 mm und einer Länge von 5 m bis 12 m und
- flexible Rohre G_{fr} mit einem Durchmesser von vorzugsweise 14 mm bis 22 mm und einer Länge von beispielsweise 10.000 m und
- 20 - flexible Rohre G_{fr} mit einem Durchmesser von vorzugsweise 32 bis 63 mm und einer Länge von beispielsweise 2.000 m und
- Stückgüter G_s bsp. Kartonware mit Abmessungen von beispielsweise Länge/Breite/Höhe 1.200 mm x 1.200 mm x 800 mm.
- 25

Mittels der Elektronenbestrahlungsanlage 100 können für die genannten Gegenstände G_r , G_{fr} , G_s optimale Dosiswerte bedarfsgemäß im Bereich von $2 \text{ kGy} \leq D \leq 200 \text{ kGy}$ realisiert werden. Die maximale Dosisleistung beträgt dabei zirka $1,4 \times 10^8 \text{ Gy/h}$. Die mittlere Produktdosisleistung beträgt $10^{-2} \text{ kGy/s} \leq dD/dt \leq 40 \text{ kGy/s}$.

Die Dosishomogenität in verschiedenen Richtungen des Produktes wird in folgender Weise gewährleistet: in x-Richtung x durch die Strahlverteilung $\pm 5\%$, in y-Richtung y durch die Konstanz der Transportgeschwindigkeit.

5

Der Abstand der stangen-/rohrförmigen Gegenstände G_r wird von deren Oberfläche bis zum Strahlaustritt für alle Durchmesser der stangen-/rohrförmigen Gegenstände G_r konstant eingestellt.

10

Bezugszeich nliste

	100	Elektronenbestrahlungsanlage
	10	Labyrinth
5	10A	erstes Labyrinth
	10B	zweites Labyrinth (Vertikallabyrinth)
	10C	drittes Labyrinth (Horizontallabyrinth)
	12	Eingangsspeicher
	14	Einzelförderer (Eingang)
10	16	erste Absenkbahn
	18	Einlegebahn
	20	Stangenbestrahlungsstrecke
	22	Wechselbahn
	24	zweite Absenkbahn
15	26	Rückrollbahn
	28	Hebebahn
	30	Einzelförderer (Ausgang)
	32	Ausgangsspeicher
	34	Stangentransportstation
20	34A	Ständerwerk
	34B	Haltearm
	36	Rotationsvorrichtung
	38	Translationsvorrichtung
	40	vertikale Verstellvorrichtung
25	42	horizontale Verstellvorrichtung
	44	Steuerung
	46	Allseitenrolle
	48	Strahlenaustrittsfenster
	48A	erstes Strahlenaustrittsfenster
30	48B	zweites Strahlenaustrittsfenster
	50	Strahlenfalle
	52	Bestrahlungsraum
	54	Scannereinrichtung
	54A	erstes Scan-Horn
35	54B	zweites Scan-Horn
	56	Strahlenbereich
	58	Abschirmung
	60	Entpackung
	62	Verpackung
40	64	Eingangstor
	66	Ausgangstor
	68	Abtransport
	70	Wendestation
	72	Fördereinrichtung
45	72A	erste Fördereinrichtung
	72B/72B'	zweite Fördereinrichtung

	72C	dritte Fördereinrichtung
	74	Wickelaggregate
	74A	erstes Wickelaggregat
	74B	zweites Wickelaggregat
5	76	Führungsrolle
	78	Umlenkrolle
	80	erster Antrieb (Rotation)
	82	zweiter Antrieb (Translation)
	84	dritter Antrieb (Vertikal)
10	86	vierter Antrieb (Horizontal)
	88	x-Scan-Achse
	90	y-Scan-Achse
	92	Elektronenbeschleuniger
	x	x-Richtung
15	y	y-Richtung
	VZ	Vorzone
	NZ	Nachzone
	TE _n	Transporteinrichtungen
	TE ₁	Rohrtransporteinrichtung (flexible Rohre)
20	TEZ ₁	erste Zuführungseinrichtung
	TEB ₁	erste Bestrahltransporteinrichtung
	TEA ₁	erste Abtransporteinrichtung
	TE ₂	Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung
	TEZ ₂	zweite Zuführungseinrichtung
25	TEB ₂	zweite Bestrahltransporteinrichtung
	TEA ₂	zweite Abtransporteinrichtung
	TE ₃	Stückguttransporteinrichtung
	TEZ ₃	dritte Zuführungseinrichtung
	TEB ₃	dritte Bestrahltransporteinrichtung
30	TEA ₃	dritte Abtransporteinrichtung
	E _n	Ebenen
	E ₁	erste Ebene
	E ₂	zweite Ebene
	E ₃	dritte Ebene
35	G _n	Gegenstände/Produkte
	G _r	stangen-/rohrförmiger Gegenstand
	G _s	Stückgut
	G _{fr}	flexibles Rohr

40

Without further elaboration, it is believed that one skilled in the art can, using the preceding description, utilize the present invention to its fullest extent. The preceding preferred specific embodiments are, therefore, to be construed as merely illustrative, and not limitative of the remainder of the disclosure in any way whatsoever. Also, any preceding examples can be repeated with similar success by substituting the generically or specifically described reactants and/or operating conditions of this invention for those used in such examples.

Throughout the specification and claims, all temperatures are set forth uncorrected in degrees Celsius and, all parts and percentages are by weight, unless otherwise indicated.

The entire disclosure[s] of all applications, patents and publications, cited herein and of corresponding Germany application No. 10250988.3, filed October 28, 2002 are incorporated by reference herein.

From the foregoing description, one skilled in the art can easily ascertain the essential characteristics of this invention and, without departing from the spirit and scope thereof, can make various changes and modifications of the invention to adapt it to various usages and conditions.

Pat ntsprüche

1. Vorrichtung zum Bestrahlen mindestens eines Gegenstandes/Produktes mittels Strahlen, insbesondere mittels energiereicher Elektronenstrahlen, die in einer Bestrahlungsanlage erzeugbar sind, wobei die Strahlen aus einem Elektronenbeschleuniger in einem Strahlenbereich austreten,

gekennzeichnet durch

mindestens eine den Strahlenbereich (56) definierende Scannereinrichtung (54), wobei sich der Strahlenbereich (56) beabstandet zu der Scannereinrichtung (54) in mindestens einer Ebene (E_n) ausbildet, in der mindestens eine Transporteinrichtung (TE_n) angeordnet ist und mittels (der)/denen mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand (G_r) und/oder weitere Gegenstände (G_n) in die Bestrahlungsanlage bringbar (ist)/sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Strahlenbereich (56) an mindestens einem Strahlenaustrittsfenster (48) und in mindestens einer von der Scannereinrichtung (54) beabstandeten Ebene (E_n) in einer x-Richtung (x) durch einen Scan-Magneten und in einer y-Richtung (y) durch einen Wobbler ausbildbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Strahlenbereich (56) in einer der beabstandeten Ebenen (E_n) durch einen Fokussierungsmagneten der Scannereinrichtung (54) in x-Richtung (x) abweichend zu dem Strahlenaustrittsfenster (48) einstellbar ist.

4. Vorrichtung nach 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Scannereinrichtung (54) mindestens ein erstes
Scan-Horn (54A) mit einem ersten Strahlenaustritts-
fenster (48A) und ein zweites Scan-Horn (54B) mit einem
zweiten Strahlenaustrittsfenster (48B) umfasst.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegen-
stand (G_r) parallel zur x-Richtung (x) auf einer x-
Scan-Achse (88) mittels einer Stangen-/Rohr-Transport-
einrichtung (TE_2) in eine zweite Ebene (E_2) in den
Strahlenbereich (56) in die Bestrahlungslage bringbar
ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung (TE_2) für
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G_r) mindestens
eine zweite Zuführungseinrichtung (TEZ_2) umfasst.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Zuführungseinrichtung (TEZ_2) für den
stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G_r) einen Eingangs-
speicher (12), einen Eingangs-Einzelförderer (14), eine
erste Absenkbahn (16) und eine Einlegebahn (18) bis zu
einer Vorzone (VZ) umfasst.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung (TE_2) für
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G_r) mindestens
eine zweite Bestrahltransporteinrichtung (TEB_2) in der
zweiten Ebene (E_2) umfasst.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Bestrahltransporteinrichtung (TEB₂) für
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G_r) eine Stangen-
bestrahlungsstrecke (20) ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangen-/Rohr-Transporteinrichtung (TE₂) für
den stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G_r) mindestens
eine zweite Abtransporteinrichtung (TEA₂) aus einer
Nachzone (NZ) eines Bestrahlungsraumes (52) umfasst.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Abtransporteinrichtung (TEA₂) für den
stangen-/rohrförmigen Gegenstand (G_r) eine Wechselbahn
(22), eine zweite Absenkbahn (24), eine Rückrollbahn
(26) eine Hebebahn (28), einen Ausgangs-Einzelförderer
(30) und einen Ausgangsspeicher (32) umfasst.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Stangenbestrahlungsstrecke (20) zwischen
Vorzone (VZ) und Nachzone (NZ) und Bestrahlungsraum
(52) erstreckt.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangenbestrahlungsstrecke (20) mindestens
eine Stangentransportstation (34) umfasst.
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangentransportstation (34) parallel zu der
x-Scan-Achse (88) mindestens eines Scan-Horns (54, 56)
angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangentransportstation (34) mindestens ein
Ständerwerk (34A) und mindestens einen Haltearm (34B)
aufweist.
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangentransportstation (34) eine Rotations-
vorrichtung (36) aufweist.
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangentransportstation (34) eine Transla-
tionsvorrichtung (38) aufweist.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangentransportstation (34) eine vertikale
Verstellvorrichtung (40) aufweist.
19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stangentransportstation (34) eine horizontale
Verstellvorrichtung (42) aufweist.
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rotationsvorrichtung (36), die Translations-
vorrichtung (38) und die vertikale Verstellvorrichtung
(40) mittels mindestens einer Allseitenrolle (46) aus-
führbar ist.
21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rotationsvorrichtung (36) einen ersten Antrieb
(80) an der Allseitenrolle (46) aufweist.

22. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Translationsvorrichtung (38) einen zweiten
Antrieb (82) an einer Mitnehmerkette aufweist.
- 5
23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die vertikale Verstellvorrichtung (40) einen
dritten Antrieb (84) an einer Kette im Ständerwerk
10 (34A) aufweist.
24. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die horizontale Verstellvorrichtung (42) einen
15 vierten Antrieb (84) am Haltearm (34B) aufweist.
25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein flexibles Rohr (G_{fr}) parallel zur
20 x-Richtung (x) auf der x-Scan-Achse (88) oder senkrecht
zur x-Richtung (x) in einer y-Scan-Achse (90) mittels
einer Rohrtransporteinrichtung (TE_1) in eine erste
Ebene (E_1) in die Bestrahlungslage bringbar ist.
- 25 26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rohrtransporteinrichtung (TE_1) für ein flexib-
les Rohr (G_{fr}) mindestens eine erste Zuführungseinrich-
tung (TEZ_1) umfasst.
- 30 27. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rohrtransporteinrichtung (TE_1) für das fle-
xible Rohr (G_{fr}) mindestens eine erste Bestrahltrans-
porteinrichtung (TEB_1) in der ersten Ebene (E_1)
35 umfasst.

28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rohrtransporteinrichtung (TE_1) für das
flexible Rohr (G_{fr}) mindestens eine erste Abtransport-
einrichtung (TEA_1) umfasst.
29. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine erste Zuführungseinrichtung
(TEZ_1) und die mindestens eine erste Abtransportein-
richtung (TEA_1) ein erstes Wickelaggregat (74A) und ein
zweites Wickelaggregat (74B) umfasst.
30. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine erste Bestrahltransportein-
richtung (TEB_1) Führungsrollen (76) und Umlenkrollen
(78) umfasst.
31. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein Stückgut (G_s) senkrecht zur x-Rich-
tung (x) in der y-Scan-Achse (90) mittels einer Stück-
guttransporteinrichtung (TE_3) in eine dritte Ebene (E_3)
in die Bestrahlungslage bringbar ist.
32. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Stückguttransporteinrichtung (TE_3) für ein
Stückgut (G_s) mindestens eine dritte Zuführungseinrich-
tung (TEZ_3) umfasst.
33. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stückguttransporteinrichtung (TE_3) für das
Stückgut (G_s) mindestens eine dritte Bestrahltransport-
einrichtung (TEB_3) in der dritten Ebene (E_3) umfasst.

34. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Stückguttransporteinrichtung (TE_3) für das
Stückgut (G_s) mindestens eine dritte Abtransportein-
richtung (TEA_3) umfasst.
35. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung
(TEZ_3), die mindestens eine dritte Bestrahltransport-
einrichtung (TEB_3), die mindestens eine dritte Abtrans-
porteinrichtung (TEA_3) eine Fördereinrichtung (72A,
72B, 72C) umfasst.
36. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine dritte Zuführungseinrichtung
(TEZ_3) oder die mindestens eine dritte Abtransportein-
richtung (TEA_3) eine Wendestation (70) umfasst.
37. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass jede Transporteinrichtung (TE_1 , TE_2 , TE_3) jeweils
ein Labyrinth (10A, 10B, 10C) ausbildet.
38. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegen-
stand (G_r) Rohre oder Stangen oder dergleichen ist.
39. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rohre oder Stangen oder dergleichen einen
Durchmesser von 10 mm bis 500 mm aufweisen.

40. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rohre oder Stangen oder dergleichen eine Länge
von 5.000 mm bis 12.000 mm aufweisen.
- 5
41. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das mindestens eine flexible Rohr (G_{fr}) ein fle-
xibles Rohr, ein Kabel oder dergleichen ist.
- 10
42. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die flexiblen Rohre oder das Kabel oder derglei-
chen einen Durchmesser von 1 mm bis 160 mm, vorzugs-
weise 14 mm bis 63 mm, aufweisen.
- 15
43. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die flexiblen Rohre oder das Kabel oder derglei-
chen als Trommelware vorliegen.
- 20
44. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das mindestens eine Stückgut (G_s) Kartonware oder
Bunde oder dergleichen ist.
- 25
45. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kartonware oder Bunde oder dergleichen eine
maximale Länge/Breite/Höhe von 1.200 mm / 1.200 mm /
800 mm, aufweisen.
- 30
46. Vorrichtung nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass der stangen-/rohrförmige Gegenstand (G_r) eine Hilfswandung zur Aufnahme mehrerer dünner Rohre oder Stangen ist.

5 47. Verfahren nach Anspruch 46,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hilfswandung eine Papphülse oder ein dünnwandiges PE-Rohr ist.

10 48. Verfahren zur Bestrahlung mindestens eines Gegenstandes/Produktes mittels Strahlen, insbesondere mittels energiereicher in einer Bestrahlungsanlage erzeugten Elektronenstrahlen, wobei die Strahlen in einem bestimmten Strahlenbereich austreten und dem Strahlenbereich mindestens ein Gegenstand/Produkt zugeführt, im
15 Strahlenbereich bestrahlt und aus dem Strahlenbereich abgeführt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand
20 (G_r) und/oder weitere Gegenstände (G_n) mindestens einer Ebene (E_n) zugeführt, dieser mindestens einen Ebene (E_n) der Strahlenbereich (56) zugeordnet und der mindestens eine Gegenstand/Produkt (G_r/G_n) in die Bestrahlungslage gebracht und bestrahlt wird.

25 49. Verfahren nach Anspruch 48,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens ein stangen-/rohrförmiger Gegenstand (G_r) durch ein zweites Labyrinth (10B)

30 a) in dem Eingangsspeicher (12) gespeichert und
b) mittels dem Eingangs-Einzelförderer (14) vereinzelt und
c) mittels der ersten Absenkbahn (16) in eine zweite
35 Ebene (E_2) abgesenkt und

- d) mittels der Einlegebahn (18) in die Vorzone (VZ) transportiert und
- e) von einer zweiten Bestrahltransporteinrichtung (TEB₂) von der Vorzone (VZ) entlang der x-Scan-Achse (88) parallel zur x-Richtung (x) durch den Strahlenbereich (56) in die Nachzone (NZ) transportiert und
- f) von der Nachzone (NZ) von der Wechselbahn (22) übernommen und zu der zweiten Absenkbahn (24) transportiert und
- g) mittels der zweiten Absenkbahn (24) abgesenkt und
- h) mittels der Rückrollbahn (26) zu der Hebebahn (28) gerollt und
- i) mittels der Hebebahn (28) angehoben und
- j) von dem Ausgangs-Einzelförderer (30) zu dem Ausgangsspeicher (32) transportiert und
- k) in dem Ausgangsspeicher (32) gespeichert wird.

50. Verfahren nach Anspruch 49,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine stangen-/rohrförmige Gegenstand (G_r) mittels der zweiten Bestrahltransporteinrichtung (TEB₂) von der Vorzone (VZ) entlang der x-Scan-Achse (88) parallel zur x-Richtung (x) in die Nachzone (NZ) transportiert und
- e1) gleichzeitig mittels der Rotationsvorrichtung (36) um seine eigene Achse rotieren und/oder
 - e2) vertikal mittels der vertikalen Verstellvorrichtung (40) innerhalb einer ersten und der zweiten Ebene (E₁, E₂) verstellt und/oder
 - e3) horizontal mittels der horizontalen Verstellvorrichtung (42) aus der x-Scan-Achse (88) heraus, innerhalb der ersten oder zweiten Ebene (E₁, E₂), verstellt wird.

51. Verfahren nach Anspruch 48,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens ein flexibles Rohr (G_{fr}) durch ein
erstes Labyrinth (10A)

a) mittels des ersten Wickelaggregates (74A) abgewickelt und

b) von einer ersten Bestrahltransporteinrichtung
(TEB₁) parallel zur x-Richtung (x) auf der x-Scan-Achse (88) oder senkrecht zur x-Richtung (x) in der y-Scan-Achse (90) durch den Strahlenbereich (56) mittels Umlenkungs- und Führungsrollen (76, 78) transportiert und

c) mittels des zweiten Wickelaggregates (74B) aufgewickelt wird.

52. Verfahren nach Anspruch 48,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens ein Stückgut (G_s) durch ein drittes
Labyrinth (10C)

a) mittels mindestens einer ersten Fördereinrichtung
(72A) transportiert und

b) von einer dritten Bestrahltransporteinrichtung
(TEB₃) senkrecht zur x-Richtung (x) auf der y-Scan-Achse (90) mittels mindestens einer zweiten Fördereinrichtung (72B/72B') durch den Strahlenbereich (56) transportiert und

c) mittels mindestens einer dritten Fördereinrichtung
(72c) abtransportiert wird.

53. Verfahren nach Anspruch 52,
dadurch gekennzeichnet,
dass das mindestens ein Stückgut (G_s) mittels mindestens der ersten oder dritten Fördereinrichtung (72A, 72C) zu- oder abtransportiert wird und
5 c1) mittels der Wendestation (70) auf der ersten oder dritten Fördereinrichtung (72A, 72C) gewendet wird.
54. Verfahren nach Anspruch 48, 49, 50, 51,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass gleichzeitig flexibles Rohr (G_{fr}) und stangen-/rohrförmige Gegenstände (G_r) in der ersten und zweiten Ebene (E_1 , E_2) in dem Strahlenbereich (56) in der Bestrahlungslage bestrahlt wird.
15
55. Verfahren nach Anspruch 48, 49, 52, 53,
dadurch gekennzeichnet,
dass gleichzeitig flexibles Rohr (G_{fr}) und Stückgut (G_s)
in der ersten und dritten Ebene (E_1 , E_3) in dem Strahlenbereich (56) in der Bestrahlungslage bestrahlt wird.
20
56. Verfahren nach Anspruch 48,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass in den stangen-/rohrförmigen Gegenstand mehrere dünne Rohre oder Stangen eingebracht und gemeinsam der Bestrahlung zugeführt werden.